

К. М. Бикмухаметова, Д. Э. Вафина, С. В. Картавцев

Магнитогорский государственный технический университет

им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

bikmuhametova.kseniya@mail.ru, vafina_de@mail.ru, kartavzw@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

В работе рассмотрены и рассчитаны потери теплоты через стенку при стационарном тепловом режиме. Построен график зависимости потерь теплоты через ограждение от температуры.

Ключевые слова: *теплоотдача; излучение; теплопроводность; потери; конвекция; температура.*

K. M. Bikmukhametova, D. E. Vafina, S. V. Kartavtsev

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

THE IMPACT OF THE LOSS OF HEAT THROUGH FENCES IN A HIGH-TEMPERATURE HEAT PROCESSES

The paper considers and calculates the heat loss through the wall at a stationary thermal regime. A diagram of dependence of losses of heat through the barrier of temperature.

Keywords: *heat transfer; radiation; thermal conductivity losses; convection; temperature.*

В современной промышленности используют тепловые технологии на разных температурных уровнях. Многие из действующих теплотехнологий в своем развитии повышают уровень температур. Так, производство первичного железа в доменном процессе на уровне 1500 °С в перспективе может осуществляться вне

домны в процессах жидкофазного восстановления на уровне 1600–1700 °С. Теплотехнология производства цемента имеет уровень 1500 °С и, в перспективе, может выйти на производство плавленого цементного клинкера с температурным уровнем 1700–1800 °С.

Производство фосфатов уже осуществляется на уровне не ниже 2000 °С. Во всех этих и других высокотемпературных процессах потери теплоты через ограждения возрастают настолько значительно и быстро, что начинают превалировать над собственно теплоснабжением технологического процесса. Решение проблемы потерь теплоты через ограждения требует оценки величины и скорости возрастания этих тепловых потоков для дальнейшего решения этой актуальной задачи энергетики теплотехнологий. В работе выполнены некоторые оценки тепловых потоков через ограждения высокотемпературных процессов.

Рассчитаем потери теплоты излучением $q_{изл}$ и конвекцией q_k через многослойную плоскую стенку, на примере двух слоев стали и изоляционного кирпича, при стационарном тепловом режиме (рис. 1).

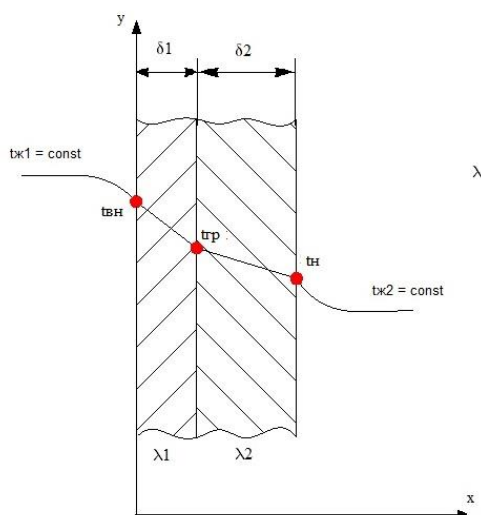


Рис. 1. Схема теплообмена

Плотность теплового потока переданного от наружной поверхности стенки излучением, определяется по закону Стефана-Больцмана

$$q_{изл} = \varepsilon_c c_0 \left[\frac{T_n^4}{100} + \frac{T_{жс}^4}{100} \right], \quad (1)$$

где $c_0 = 5,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}^4}$ – коэффициент излучения абсолютно черного тела; $\varepsilon_c = 0,8$ – степень черноты стенки; $T_n, T_{\text{ж}}$ – абсолютные температуры наружной поверхности стенки и окружающей среды, К.

Движение при свободной конвекции осуществляется под действием разности плотностей холодного и нагретого воздуха в поле действия массовых сил. Передача теплоты конвекцией описывается законом Ньютона-Рихмана

$$q_k = \alpha_k (t_n - t_{\text{ж}}), \quad (2)$$

где α_k – коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

$t_n, t_{\text{ж}}$ – температуры наружной поверхности стенки и окружающей среды, °С.

Коэффициент теплоотдачи характеризует интенсивность теплообмена конвекцией и определяет количество теплоты, переданное на единицу поверхности в единицу времени при разности температур между поверхностью и средой в один градус. Для определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции используют экспериментальную зависимость между размерными величинами (числами подобия) следующего вида:

$$Nu = C(GrPr)^n \varepsilon, \quad (3)$$

где C и n – опытные константы; ε – поправочный коэффициент, зависящий от положения поверхности в пространстве.

По уравнениям (1) и (2) построен график влияния потерь теплоты через ограждения в высокотемпературных теплотехнологических процессах (рис. 2) и график суммы всех потерь (рис. 3).

Из графика (рис. 2) видно, что при температуре 1000 °С потери через ограждения составляют: конвекцией $q_k = 10560 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, излучением $q_{\text{изл}} = 118800 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$. При температуре 1300 °С уже конвекцией $q_k = 14250 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, излучением $q_{\text{изл}} = 274400 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$.

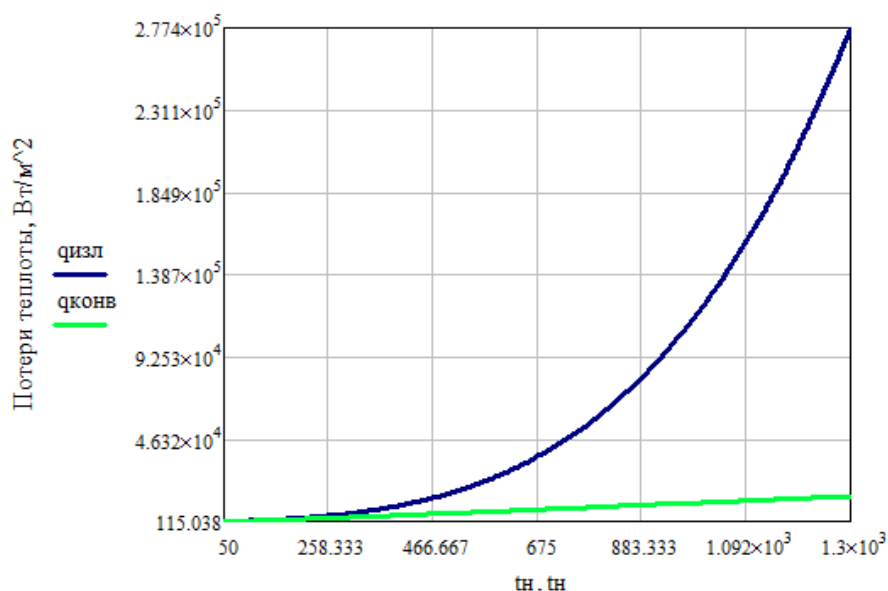


Рис. 2. Зависимость конвекции и излучения от температуры

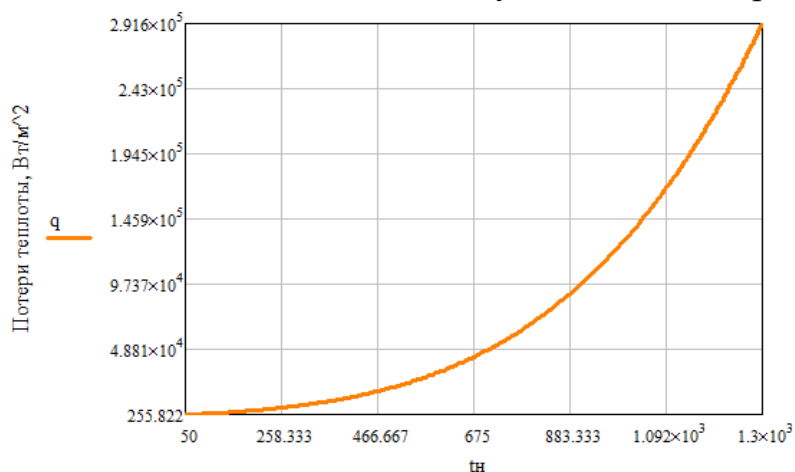


Рис. 3. Сумма тепловых потерь от температуры

Таким образом, при повышении температурного уровня теплотехнологического процесса потери через ограждение начинают превышать основные затраты на процесс и требуют активных мер по их снижению.

Список использованных источников:

1. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. М.-Л. : Энергия, 1965. 424 с.
2. Нешпоренко Е. Г., Картавец С. В. Вопросы энергоресурсосбережения при извлечении железа из руд : монография. Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 153 с.
3. Нешпоренко Е. Г. Регенерация тепловых потерь через перфорированное ограждение высокотемпературных технологических установок // Вестник МЭИ. 2008. № 1. С. 74–78.